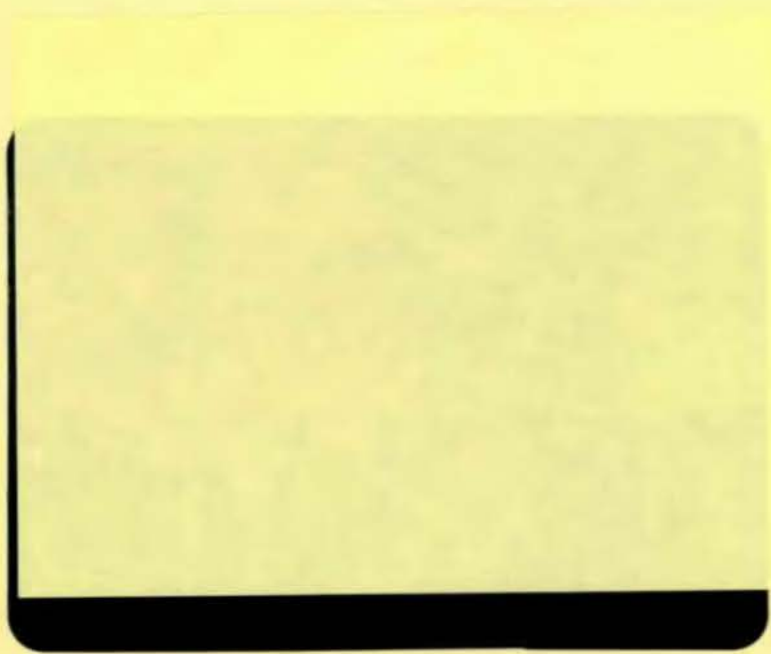


Tilhører Undergrunnskartverket
Må ikke fjernes



SO:K2.K3.K4

overf.
SO:K2
mars 1973



OSLO KOMMUNE
GEOTEKNISK KONTOR



OSLO KOMMUNE
Geoteknisk kontor

Kingos gt. 22.
0457 Oslo 4
Tlf.: (02) 35 59 60

1

RAPPORT OVER
HELLERUD HOVEDVANNLEDNING
R-2174-01 5. nov. 1985

BILAG OG TEGNINGSOVERSIKT

Bilag 0: Beskrivelse av bormetoder og laboratorieundersøkelser

Tegn.nr.2174-1: Borprofil, hull 8
" " " -2: Lengdeprofil
" " " -3: Situasjons- og borplan. Kum 1-5
" " " -4: Situasjons- og borplan. Kum 5-9



INNLEDNING

I henhold til rekvisisjon nr. 4812 A av 3. okt. 1985 fra Oslo vann- og avløpsverk har geoteknisk kontor utført grunnundersøkelser langs en ca 870 m lang hovedvannledningstrase på Hellerud.

Det er under bygging et hovedledningsanlegg fra Trosterud til Skullerud. Den undersøkte strekningen av ledningsanlegget skal legges i åpen grøft fra Unnarrennet til Trasop, hvorfra anlegget går videre nordover i fjell tunnel.

Hensikten med undersøkelsen var primært å finne dybdene til antatt fjell, men løsmassesammensetningen ble også undersøkt, spesielt i nord der dybdene til antatt fjell var store.

MARKARBEID OG LABORATORIEUNDERSØKELSER

Markarbeidet ble utført av mannskap fra vårt kontor i to omganger. Borhull 64-87 ble boret 9. og 10. okt. 1985 og borhull 1-64 ble boret 21.-24. okt. s.å. Undersøkelsen omfatter 77 enkle sonderinger, 2 dreietrykksonderinger og opptak av en uforstyrret prøveserie til 6 m dybde.

Kummene ble satt ut av vannverket og med dette som utgangspunkt ble borhullene satt ut for hver 10. meter. Avstanden ble imidlertid utvidet avhengig av dybdene til antatt fjell. Borhullene ble nivellert med utgangspunkt i FM 19573, 19576 og 19577 med høyde henholdsvis $h=185.320$, $h=191.601$ og $h=195.757$.

Boringene ble utført som "enkle sonderinger". Disse sonderingene vil ikke komme gjennom stein eller andre faste masser. Det kan derfor forekomme feiltolkning av fjellnivået flere steder på grunn av stein og grusholdige løsmasser.

Bormetodene er nærmere beskrevet på bilag O.

Prøvene fra hull 8 ble åpnet og visuelt klassifisert på vårt laboratorium. Videre ble det utført rutineundersøkelser på alle prøvene og resultatene av disse er fremstilt på tegn.nr. 2174-1.

De rutinemessige undersøkelsene er beskrevet på bilag O.

TERRENG OG GRUNNFORHOLD

Den undersøkte ledningstraseen er planlagt langs stier og turveier ved grensen mot "marka". Store deler av traseen ligger i små forsenkninger i terrenget med små fjellrygger på begge sider. Dette og topografien forøvrig tilsier at dybdene til fjell eller faste lag er små langs størstedelen av traseen.

Sonderingsresultatene bekrefter at dybdene til antatt fjell langs store deler av traseen er små. Under henvisning til avsnittet om markarbeidet gjentas at det kan forekomme feiltolkninger og at bormetoden er beheftet med en viss usikkerhet med hensyn til fjelldybden. Borresultatene viser imidlertid også at dybdene til antatt fjell flere steder er relativt stor. Lengst i nord mellom Trasop og kum 2 varierer dybdene til antatt fjell mellom 12 og 23 m. Mellom kum 8 og 9 er det også registrert dybder på over 10 m.



Løsmassesammesetningen er ikke registrert mellom entreprisegrensen i syd og kum 2, men løsmassene i grøftenivået her antas for en stor del å bestå av tørrskorpeleire iblandet noe stein og grus.

Ca 20 m nord for kum 1 der dybdene til antatt fjell er over 20 m, ble det tatt opp en uforstyrret prøveserie ned til 6 m dybde. Borprofilet fra denne prøveserien (tegn.nr. 2174-1) viser at løsmassene her består av ca 3 m fast tørrskorpeleire som inneholder noe sand og trerester. Dette kan tyde på at massene er oppfylt. Under tørrskorpelaget avtar udrenert skjærstyrke S_u raskt, og i 5 m dybde er leiren bløt $S_u \approx 12-18 \text{ kN/m}^2$. Leiren er middels sensitiv. Dreietrykksonderingsprofilene fra hull 3 og 8 indikerer at massene er ensartede til ca 20 m dybde med enkelte sand- eller gruslag under 12-13 m dybde. Sonderingsprofilene indikerer også at sensitiviteten trolig øker med dybden.

Grunnvannstanden ble målt til ca 0,4 m under terrengnivået i hull 8.

GRAVEARDEID

Store deler av ledningstraseen vil bli liggende dels i fjellgrøft og dels i løsmasser, og der grøftedybden er moderat forventes ingen stabilitetsmessige problemer.

Ut fra de hovedtrekkene som er vist på tegn.nr. 201 fra Sivilingeniør Elliot Strømme A/S, vil vi imidlertid knytte noen kommentarer til enkelte deler av ledningstraseen.

Entreprisgrense nord - kum 2

Lengst i nord finnes en strekning på ca 150 m hvor dybdene til antatt fjell varierer mellom 15 og 20 m og leirens fasthet er relativt liten. Grøftedybden blir moderat på denne strekningen og vil neppe medføre stabilitetsproblemer. Høydeforskjellen mellom fremtidig terreng over ledningstraseen og fremtidig vannstand i bekken som ligger ved siden av bør imidlertid av stabilitetshensyn ikke overstige 2,5 m.

Oppfyllingen vil nødvendigvis medføre setninger og man bør være forberedt på at setningen kan komme opp i 5 cm.

Både stabilitet og setning bør vurderes nærmere når planene er bestemt i detalj. De ovenfor nevnte begrensninger er konservative og kan trolig justeres og tilrettelegges de endelige planene.

Kum 4

I dette området blir grøftedybden over 3 m i senterlinjen, og på grunn av skrånende terreng vil det oppstå en høy skråning på grøftens østre side. Løsmassenes fasthet vil her være avgjørende for om denne skråningen vil være forsvarlig med en helning på 1:1. Dette vil bli klarlagt først når grøften graves. Det bør utvises stor forsiktighet på denne strekningen, og man bør her være forberedt på å treffe spesielle tiltak hvis løsmassene i området har en lav fasthet.

Kum 8-9

Midt i mellom kum 8 og 9 viser borresultatene at dybdene til antatt fjell på det dypeste er over 10 m. Grøftedybden vil trolig bli ca 4 m og hvis løsmassefastheten er liten under tørrskorpelaget, kan det være fare for bunnoppressing eller stabilitetsproblemer med grøfteskråningen. Det må vurderes under utgravingen om det er nødvendig med spesielle tiltak på denne



OSLO KOMMUNE

Geoteknisk kontor

Kingos gt. 22.
0457 Oslo 4
Tlf.: (02) 35 59 60

4

strekningen og det bør utvises stor forsikighet til dette er klarlagt.
I utgangspunktet kan helningen på grøfteskråningen settes til 1:1.

Geoteknisk kontor

O. Tokheim

/A. Robsrud

STANDARD BESKRIVELSER

BESKRIVELSE AV BORMETODER

- Enkel sondering betegner neddriving av stålstenger uten registrering av motstand, for eks. slag-sondering med slegge eller slaghornmaskin.
- Dreieboring utføres ved å måle synkninger under dreining når boret er lastet med 100 kg. Synker det for mindre last dreies ikke. Boret er forsynt med en pyramideformet spiss som er vridd en omdreining. Lengden av spissen er 20 cm og sidekanten er 3 cm. Under opptegning av resultatene angis antall omdreininger pr. m synkning på høyre side av hullet, og lasten på boret på venstre side.
- ☆ Fjellkontrollboringer utføres med trykkluftdrevet bergbor. Både topphammer og senkborhammer kan brukes. Fjellkontrollen består i å registrere når man har fått en langsom og relativt jevn synkning av boret idet dette er en sterk indikasjon på at boret er i fjell. Det bores vanligvis 3 m for å konstatere at det ikke er en stor stein.
- + Vingeboring brukes til å måle jordartens udrenerte skjærfasthet direkte i grunnen. Skjærfastheten beregnes utfra målt torsjonsmoment på et vingekorset som presses ned i ønsket dybde og dreies rundt inntil brudd oppstår. Grunnens fasthet bestemmes først i uforstyrret, og etter brudd i omrørt tilstand. Resultatene kan i sterk grad påvirkes av sand, grus og stein ved vingekorset. Det skal også bemerkes at resultatene av andre grunner i mange tilfelle må korrigeres før fasthetsverdiene brukes i stabilitetsberegninger.
- ◎ Provetaking kan utføres med forskjellig utstyr. Ønskes "uforstyrrede" prøver brukes en ϕ 54 mm sylindrerprøvetaker som er forsynt med et tettsluttende stempel. Prøven skjæres ved at sylinderen skyves nedover i grunnen mens stemplet holdes tilbake. Sylinderen med prøve blir trukket opp igjen, forseglet i begge ender, og bragt til laboratoriet. Ønskes bare såkalte "representative" prøver, brukes enklere utstyr som skovelbor og kannebor. Felles for disse er at massen skaves inn i en beholder som deretter tas opp. Tilsvarende prøver kan også tas ved å skru en stålskrue ned i grunnen og trekke den opp igjen.
- ⊖ Poretrykksmåling går ut på å måle trykket i de vannfylte porene i jordarten. Dette gjøres ved å føre ned til ønsket dybde et såkalt piezometer som består av et stålrør med et porøst filter i enden. Vann fra jordarten vil kunne trenge inn gjennom filteret mens jordpartiklene blir holdt tilbake. På innsiden av filteret kan man så enten ha en elektrisk trykkmåler som registrerer det vanntrykket som bygges opp og som balanserer med poretrykket utenfor, eller filteret er forbundet med en tynn slange inne i stålrøret. Stigehøyden av vannet i slangen er da porevannstrykket i filterets nivå. Ved fremstilling av resultatene angis som regel det nivå (m.o.h.) som vannet stiger til (poretrykksnivået).

BESKRIVELSE AV LABORATORIEUNDERSØKELSER

I laboratoriet blir prøvene først beskrevet på grunnlag av besiktigelse. Derneft blir følgende undersøkelser rutinemessig utført, (undersøkelser merket ^x) kan bare utføres på uforstyrrede prøver):

Romvekt ^x γ (t/m^3) av naturlig fuktig prøve.

Vanninnhold w (%) angir vekt av vann i prosent av vekt av fast stoff. Det blir utført flere bestemmelser av vanninnhold fordelt over prøvens lengde.

Flytegrensen w_L (%) og utrullingsgrensen w_p (%) angir henholdsvis høyeste og laveste vanninnhold for plastisk område av omrørt materiale. Plastisitetsindeksen I_p er differansen mellom flyte- og utrullingsgrensen. Disse konsistensgrensene er viktige ved bedømmelse av jordartens egenskaper. Konsistensgrensene blir vanligvis bestemt på annenhver prøve.

Følgende skala benyttes til å klassifisere leire etter plastisitet:

Lite plastisk leire	$I_p < 10$
Middels plastisk leire	$I_p = 10-20$
Meget plastisk leire	$I_p > 20$

Skjærfastheten s (t/m^2) bestemmes ved enaksede trykkforsøk. Normalt blir det skåret ut et prøvestykke med tverrsnitt $3,6 \times 3,6$ cm og høyde 10 cm på midten av sylindrerprøven. Særligvis blir fullt tverrsnitt (ϕ 54 mm) benyttet. Det tas hensyn til prøvens tverrsnittsøking under forsøket. Skjærfastheten settes lik halve trykkfastheten.

Videre blir uforstyrret skjærfasthet s og omrørt skjærfasthet s' bestemt ved konusforsøk. Dette er en indirekte metode til bestemmelse av skjærfastheten, idet nedsynkningen av en konus med bestemt form og vekt måles og den tilsvarende skjærfasthetsverdi tas ut av en tabell. Både trykkforsøk og konusforsøk gir udrenert skjærfasthet.

Følgende skala benyttes til å klassifisere leire etter udrenert skjærfasthet:

Meget bløt leire	$s < 1,25 \text{ t/m}^2$	\approx	12,5 kN/m ²
Bløt leire	$s = 1,25 - 2,5 \text{ t/m}^2$	\approx	12,5 - 25 " " " "
Middels fast leire	$s = 2,5 - 5,0 \text{ t/m}^2$	\approx	25 - 50 " " " "
Fast leire	$s = 5,0 - 10,0 \text{ t/m}^2$	\approx	50 - 100 " " " "
Meget fast leire	$s > 10 \text{ t/m}^2$	\approx	100 " " " "

Sensitiviteten $s'_t = \frac{s}{s}$, er forholdet mellom skjærfastheten i uforstyrret og omrørt tilstand.

Følgende skala benyttes til å klassifisere leire etter sensitivitet:

Lite sensitiv leire	$s'_t < 8$
Middels sensitiv leire	$s'_t = 8 - 30$
Meget sensitiv leire	$s'_t > 30$

Følgende spesielle forsøk blir utført etter nærmere vurdering i hvert tilfelle:

Ødometerforsøk s'_t utføres for å finne en jordarts sammentrykkbarhet. Prinsippet ved ødometerforsøkene er at en skive av jordarten med diameter 5 cm og høyde 2 cm belastes vertikalt. Prøven er innesluttet i en sylinder og ligger mellom 2 porøse filtersteiner. Lasten påføres trinnvis, og sammentrykkingen av prøven observeres som funksjon av tiden for hvert lasttrinn. Resultatene fremstilles ved å tegne opp den relative sammentrykking ϵ som funksjon av belastningen. Setningsutviklingen tegnes opp i tidsdiagram. Dette gir grunnlag for beregning både av setningenes størrelse og tidsforløp. Tidsforløpet er imidlertid særlig usikkert på grunn av mange ukjente faktorer som spiller inn.

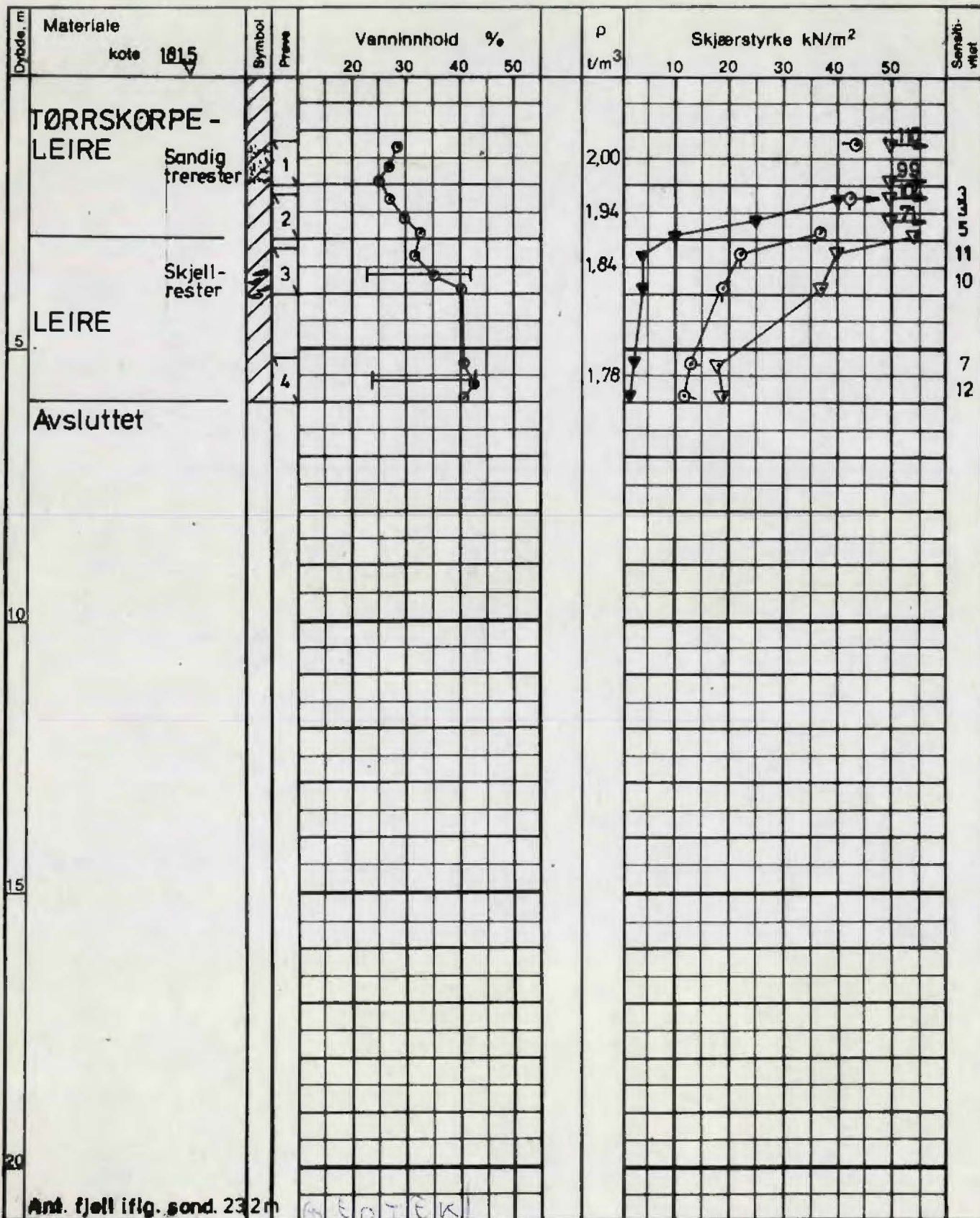
Kornfordelingsanalyser av friksjonsjordarter (grovere enn silt og leire) utføres ved sikting, som regel i helt tørt tilstand. Inneholder massen en del finere stoff blir den våtsiktet. For silt og leire benyttes hydrometeranalyse. En viss mengde tørt materiale oppslemmes i en bestemt mengde vann. Ved hjelp av hydrometer bestemmes synkehastigheten av de forskjellige kornfraksjoner og på grunnlag av Stoke's lov kan kornstørrelsen tilnærmet beregnes.

Fortorvingsgraden i organiske jordarter bestemmes ved besiktigelse og krysting av materiale mellom fingrene. Graderingen skjer i henhold til von Post's ti-delte skala H 1 - H 10. Torv kan deles i følgende grupper:

Fibertorv	H 1 - H 4, planterester lett synlig
Mellomtorv	H 5 - H 7, planterester svakt synlig
Svarttorv	H 8 - H 10, planterester ikke synlig.

Organisk innhold (humusinnhold) bestemmes vanligvis ved glødning av tørt materiale. Glødetapet (vekttapet) angis i prosent av tørt materiale.

Proctorforsøk brukes til å undersøke pakkingssegenskapene hos jordarter, spesielt hos velgraderte friksjonsmasser. Massen blir stampet lagvis inn i en stålsylinder av bestemt volum, og tørr romvekt beregnet etter tørking av prøven. Avhengig av pakkingsarbeidet skilles mellom standard Proctor og modifisert Proctor. Den siste innebærer størst pakkingsarbeid. Forsøkene utføres med varierende vanninnhold, og det vanninnhold som gir høyest tørr romvekt kalles optimalt. Den høyeste romvekt kalles 100% Proctor.



GV : grunnvannstand
 O : odometer
 T : treksialforøk
 K : komfordeling

o naturlig vanninnhold
 — (W_p) plastisitetegrense
 — (W_L) flytegrense
 ρ densitet

● enakselt trykkforøk
 15/10/5 bruddformasjon %
 ▽ konus uforstyrret
 ▼ konus omrørt
 + vingebor

BORPROFIL
 HELLERUD

Type boring **Prøveserie 54mm**
 Dato boret **23. 10. 1985**

Tegn. **EML** Dato **Okt. 85**
 Kartref. **50:K2 III**

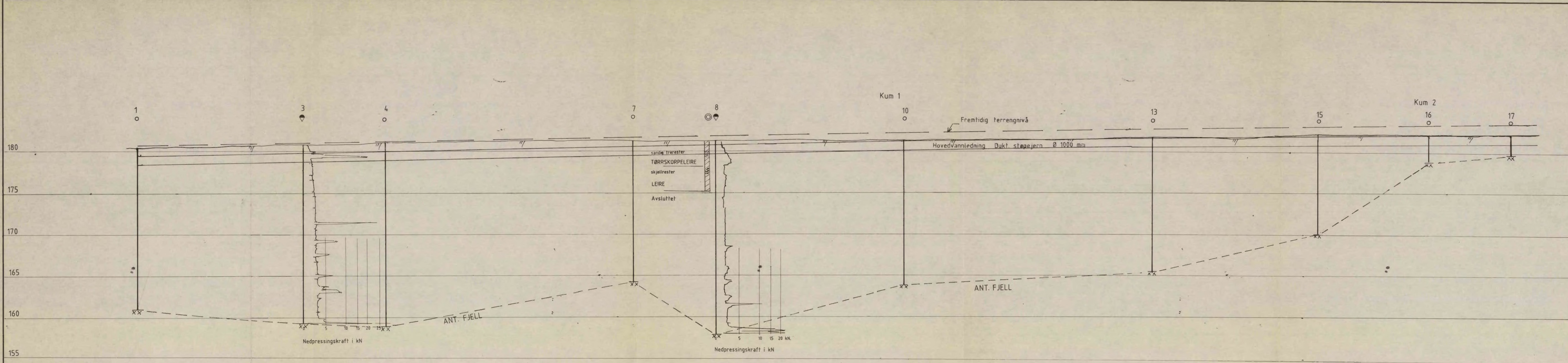


OSLO KOMMUNE
 Geoteknikk kontor

Boring nr.
8

Boring nr. Undergr. kart.
301U

Tegn. nr.
2174-1



Bokst.	Forandring	Dato	Bokst.	Forandring	Dato
HELLERUD HOVEDLEDNING			Tegn. SVS		Dato OKT-85
Lengdeprofil			Målestokk	1:200	Kartref. SO K 2-3-4
OSLO KOMMUNE Geoteknisk kontor			Tegn. nr. 2174-2		




TEGNFORKLARING

- Terrengkote
- Anf. fjellkote
- Enkel sondering
- Dreie-trykksondering
- Prøveserie

Bokst.	Forandring	Dato	Bokst.	Forandring	Dato
HELLERUD HOVEDLEDNING			Tegn. SVS		Dato okt-85
Situasjons- og borplan			Målestokk		Kartret. SO K 2-3-4
			1 : 1000		
			Tegn. nr. 2174-3		
OSLO KOMMUNE Geoteknisk kontor					



 OSLO KOMMUNE Geoteknisk kontor	Bokst. Forandring		Dato	
	Hellerud HOVEDLEDNING Situasjons- og borplan		Bokst. Forandring	
Tegn. SVS Målestokk 1 : 1000	Dato okt-85		Dato okt-85	
	Kartell SO K 2-3-4		Tegn. nr. 2174-4	

K3

K4

